(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2002－164607
（Ｐ2002－164607Ａ）
(43)公開日　平成14年６月７日(2002.6.7)

(51)Int.Cl.⁷		識別記号	FI			ﾃｰﾏｺｰﾄﾞ(参考)
Ｈ０１Ｓ	5/024		Ｈ０１Ｓ	5/024		２Ｈ０３７
Ｇ０２Ｂ	6/42		Ｇ０２Ｂ	6/42		２Ｋ００２
Ｇ０２Ｆ	1/35	５０１	Ｇ０２Ｆ	1/35	５０１	５Ｆ０７３
Ｈ０１Ｓ	5/40		Ｈ０１Ｓ	5/40		

審査請求　未請求　請求項の数11　ＯＬ　（全９頁）

(21)出願番号　特願2000－357679(Ｐ2000－357679)

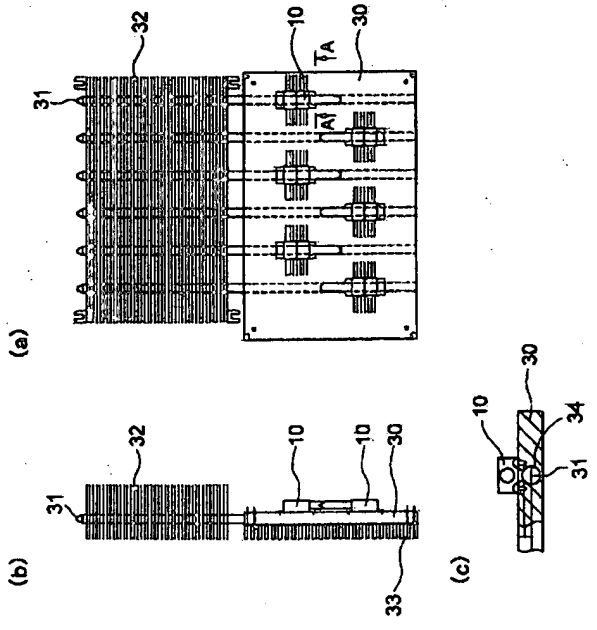
(22)出願日　平成12年11月24日(2000.11.24)

(71)出願人　000005290
古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号
(72)発明者　長松　信也
東京都千代田区丸の内２丁目６番１号　古河電気工業株式会社内
(74)代理人　100101764
弁理士　川和　高穂

Ｆターム(参考)　2Ｈ037 AA01 BA03 DA35 DA38
2Ｋ002 AA02 AB30 BA01 DA10 HA24
5Ｆ073 AB04 AB21 AB27 AB28 BA02
BA09 FA06 FA24 FA25 FA30
GA12 GA18

(54)【発明の名称】　レーザダイオードモジュールからなる光源

(57)【要約】
【課題】０℃以下の温度環境の下で保管が可能な、高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源を提供する。
【解決手段】高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールの各々が、レーザダイオードチップおよび光学機器を搭載する金属基板、および、金属基板と熱的に接続されたペルチェ素子を備えており、ペルチェ素子には、更に、ヒートパイプの吸熱部が熱的に接続され、ヒートパイプの放熱部には放熱フィンが設けられ、そして、放熱フィンを挟持し、且つ、ヒートパイプを強化する為に、ヒートパイプ外周を囲む位置にパイプ強化部材が設けられている、レーザダイオードモジュールからなる光源。



【特許請求の範囲】
【請求項１】高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールの各々が、レーザダイオードチップおよび光学機器を搭載する金属基板、および、前記金属基板と熱的に接続されたペルチェ素子を備えており、前記ペルチェ素子には、更に、ヒートパイプの吸熱部が熱的に接続され、前記ヒートパイプの放熱部には放熱フィンが設けられ、そして、前記放熱フィンを挟持し、且つ、ヒートパイプを強化する為に、ヒートパイプ外周を囲む位置にパイプ強化部材が設けられている、レーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項２】前記レーザダイオードモジュールの各々の光出力が１００ｍＷ以上である、請求項１に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項３】前記レーザダイオードモジュールのそれぞれに前記ヒートパイプが熱的に接続されている、請求項１または３に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項４】前記複数個のレーザダイオードモジュールが搭載される搭載部に前記ヒートパイプの吸熱部を収容する孔部が、前記レーザダイオードモジュールの長手方向に沿って設けられており、前記孔部に収容されたヒートパイプと前記レーザダイオードモジュールとが熱的に接続されている、請求項３に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項５】前記レーザダイオードモジュールの底面部が湾曲面部を備えており、前記丸型ヒートパイプが前記湾曲面部に密接に接続している、請求項４に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項６】前記搭載部の底面に、別の放熱フィンが設けられている、請求項５に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項７】前記光源が光伝送システムにおける光励起用光源である、請求項６に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項８】前記光源が光伝送システムにおける光信号用光源である、請求項６に記載のレーザダイオードモジュールからなる光源。
【請求項９】請求項６項に記載の前記光源を用いるラマン増幅器。
【請求項１０】吸熱部および放熱部を有するヒートパイプの前記放熱部には放熱フィンが熱的に接続して設けられており、そして、前記放熱フィンを挟持し、且つ、前記ヒートパイプを強化するための強化部材を備えていることを特徴とする、ヒートパイプ。
【請求項１１】前記放熱フィンは、前記ヒートパイプの外周部を囲むように形成された筒状部を備えており、前記強化部材が、前記放熱フィンの前記筒状部を、前記強化部材と前記ヒートパイプとの間に挟持していることを特徴とするヒートパイプ。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、高出力光源、特に、高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源に関する。
【０００２】
【従来の技術】通常、レーザダイオードモジュールは、光ファイバ通信、特に幹線系・ＣＡＴＶの信号光源やファイバアンプの励起光源として用いられている。このようなレーザダイオードモジュールは、高出力および安定動作を実現するために、ペルチェ素子を内蔵し、そのペルチェ素子上部に搭載された金属基板上にレーザダイオードチップ、フォトダイオードチップ、レンズ等の光学部品、サーミスタ素子、インダクタ、抵抗等の電気部品を配置している。なお、上述したペルチェ素子は、熱電半導体であり、直流の電流を流すと、ｐ型の半導体の場合には、電流の流れる方向に熱が運ばれ、ｎ型半導体の場合には電流と反対方向に熱が運ばれ、熱電半導体の両側で温度差が生じる。ペルチェ素子を使用した冷却システムは、上述した温度差を利用して、低温側を冷却に、高温側を放熱に使用している。
【０００３】レーザダイオードモジュールは、上述したレーザダイオードチップの近傍に接着されたサーミスタ素子によってチップの温度を検出している。このように検出された温度値をフィードバックしてペルチェ素子を駆動させることにより、レーザダイオードチップが配置された金属基板全体を冷却して、レーザダイオードチップの温度を一定に保つ構造を備えている。
【０００４】図７に従来のレーザダイオードモジュールを示す。図７は、レーザダイオードモジュールの概略断面図を示す。レーザダイオードモジュールは、図７に示すように、レーザダイオードチップ１１１およびヒートシンク１１２を搭載したマウント１１３と、モニター用フォトダイオードチップ１１４を搭載したチップキャリア１１５と、レンズホルダ１１６と、図示しない抵抗体、インダクタおよび回路基板等を接着した金属基板１１０ａと、ペルチェ素子７とを備えている。ペルチェ素子は、パッケージ放熱板１１８上に金属ソルダで固定されている。なお、ペルチェ素子１１７の上下には、セラミックス板１１９Ａ、１１９Ｂが配置される。
【０００５】図８は、図７におけるレーザダイオードモジュールのＡ－Ａ'断面図である。図８に示すように、レーザダイオードモジュールの主要部は、ヒートシンク１１２上にレーザダイオードチップ１１１の他にサーミスタ１２１を搭載し、ペルチェ素子１１７と金属基板１１０ａとを接着する金属ソルダとして、両者の熱膨張差を緩和するために、ソフトソルダ１２２を用いている。上述した金属基板は、通常、銅タングステン（ＣｕＷ：銅の重量配分比１０～３０％のものが存在）等の単一材質で形成されている。金属基板とペルチェ素子との接着

は、両者の熱膨張差を緩和するために、インジウム錫（ＩｎＳｎ）などの低温ソフトソルダが用いられてきた。

【０００６】しかし、近年、レーザダイオードモジュールの高出力化に伴い、レーザダイオードモジュールの冷却能力と温度環境信頼度（即ち、温度が変化した場合においても正常に機能を継続する能力）に対する要求が厳しくなっている。まず、冷却能力向上のためには、ペルチェ素子を大型化したり、上部に搭載する金属基板の高熱伝導材質化を図る必要があるが、ペルチェ素子の冷却能力向上に伴う温調タイム（目的の温度に達するまでの時間）の短縮により、ペルチェ素子上部に搭載した金属基板への温度ストレスも大きくなる。そのため、ペルチェ素子と金属基板の熱膨張率差の影響が大きくなり、両者を接着するソフトソルダの摺動により亀裂剥離を生じさせるという問題が生じる。しかも、ソフトソルダ特有のハンダクリープ現象も顕著になるため、ペルチェ素子と金属基板とを接着させるソルダには、ビスマス錫（ＢｉＳｎ）等の低温ハードソルダを用いる必要がある。

【０００７】上述した問題点を解決するために、特開平１０－２００２０８に、２種類の金属材からなる金属基板を備えた半導体レーザモジュールが開示されている。図９にその概要を示す。図９（ａ）に示すように、半導体レーザモジュールは、ＬＤチップ２０１やＬＤチップを一定の温度に保つためのサーミスタ２１１をヒートシンク２０２およびサブマウント２０３を介して、光学系のレンズとともに搭載する金属基板２１０と、上下の面にセラミックス基板２０９Ａ、２０９Ｂを備えたペルチェ素子２０７とをハードソルダ２１２によって接着して形成される。この金属基板２１０は、ＬＤチップ２０１からの熱流がペルチェ素子２０７へ向かう方向とは垂直になる方向に、ペルチェ素子２０７の上面に接着される。特に、金属基板２１０は、ＬＤチップ２０１の直下を含む基板中央部に第１の金属部材２１３を配置し、その側面周囲に第２の金属部材２１４を配置するように形成している。更に、図９（ｂ）に示すように、金属基板２１０は、第１の金属部材２１３を熱伝導率の大きい金属材で形成し、第２の金属部材２１４を第１の金属部材２１３よりも熱膨張率の小さい金属材で形成する。

【０００８】即ち、上述した金属基板２１０を使用することにより、金属基板全体の熱膨張を小さくするとともに、熱伝導を良くし、冷却性能を向上させると同時に、ペルチェ素子の信頼度を高めることを期待している。なお、光励起用光源または光信号光源には、通常、光出力源であるレーザダイオードモジュールが複数個搭載されている。レーザダイオードモジュールは、他の光部品と組み合わされて、光増幅器に使用されている。

【０００９】

【発明が解決しょうとする課題】上述した先行技術によると、個々のレーザダイオードモジュールにおける、ペルチェ素子の冷却性能の向上、および、ペルチェ素子の信頼度を高めることが期待されている。しかしながら、個々のレーザダイオードモジュールが更に高出力化し、このように更に高出力化した多数のレーザダイオードモジュールを高い密度で配置して使用すると、チップとペルチェ素子との間に配置される金属基板の熱伝導性を高めたり、熱膨張率の差を小さくするだけでは、レーザダイオードモジュールの高出力化、それらの高い密度の配置にともなって発生する熱を処理することができず、レーザダイオードモジュールの機能を損傷してしまうという問題点がある。

【００１０】即ち、各レーザダイオードモジュール自体がサイズが小さい上に高発熱密度体であり、それらを複数個実装することが求められる光励起用光源または光信号光源として使用する場合には、レーザダイオードモジュールの熱を放熱することが困難であった。一方、光励起用光源または光信号光源は、更なる光出力の向上が求められており、従来の方法では、レーザダイオードモジュールのペルチェ素子による冷却が限界に達して、半導体素子の性能を１００％生かしきれない状態でしか、使用することができなくなっている。

【００１１】更に、市場のニーズとして、光出力を向上させても、ペルチェ素子および半導体素子励起による消費電力を従来以下のままに維持したいという要望があり、光源内の放熱特性が非常に重要になってきている。上述したように、優れた放熱性能を有するヒートシンクに実装された、光励起用光源または光信号光源の出現が待望されている。一方で、通信機器は、必要特性として、－４０℃での長期保管および０℃環境での動作保証が求められる。

【００１２】従って、この発明の目的は、従来の問題点を解決して、０℃以下の温度環境の下で保管が可能な、高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源を提供することにある。

【００１３】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上述した従来の問題点を解決すべく鋭意研究を重ねた。その結果、従来、作動液という液体を内蔵するために、作動液の漏れ、湿気による悪影響が連想され、レーザダイオードモジュール等の高度に精密な機器において使用することが嫌われ、否定されてきた、単結晶ダイヤの約２０倍以上の熱伝導率を有するヒートパイプをペルチェ素子に接続させることによって、ペルチェ素子の破壊の危険性を著しく低減して、レーザダイオードモジュールの高出力化、それらの高密度の配置にも十分対応することができることを知見した。

【００１４】即ち、レーザダイオードチップおよび光学機器を搭載する金属基板、および、金属基板と熱的に接続されたペルチェ素子を備えているレーザダイオードモジュールのそれぞれのペルチェ素子に、更に、ヒートパ

イプの吸熱部を熱的に接続すると、例え個々の光出力が高い、多数のレーザダイオードモジュールを高い密度で配置しても、個々のレーザダイオードモジュールを従来とは比較にならない度合いで冷却することができるので、信頼性の高い、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源を提供することができることを知見した。

【００１５】更に、ヒートパイプの材質として銅を使用し、作動液として水を使用すると、０℃以下の温度環境において、水が凍結するので、ヒートパイプの破裂する危険性が高く、上述したように、レーザダイオードモジュール等の高度に精密な機器においてヒートパイプを使用することが嫌われていた。図６（ｂ）に示すように、ヒートパイプを常に水平に配置すると、作動液が凍結し、膨張しても、逃げ道があり、ヒートパイプを破壊することは極めて低い。しかしながら、図６（ａ）に示すように、ヒートパイプが垂直に配置されると、下部に集約した水は、水面部でまず凍結し、蓋をしたような閉塞状態で凍結が進行し、ヒートパイプの材質の破壊強度を超えると、ヒートパイプが破壊するという状況が生じる。

【００１６】ヒートパイプの破壊防止のためには、ヒートパイプに放熱フィンを装着する際に、プレスによって放熱フィンにバーリング加工し、ヒートパイプを圧入し、かしめ加工を施した部分に更にＳＵＳリングを嵌め、更にかしめると、例え、０℃以下の温度環境において、作動液が凍結しても、凍結によるヒートパイプの破壊が生じないことが判明した。

【００１７】この発明は、上記知見に基づいてなされたものであって、この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第１の態様は、高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールの各々が、レーザダイオードチップおよび光学機器を搭載する金属基板、および、前記金属基板と熱的に接続されたペルチェ素子を備えており、前記ペルチェ素子には、更に、ヒートパイプの吸熱部が熱的に接続され、前記ヒートパイプの放熱部には放熱フィンが設けられ、そして、前記放熱フィンを挟持し、且つ、ヒートパイプを強化する為に、ヒートパイプ外周を囲む位置にパイプ強化部材が設けられている、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００１８】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第２の態様は、前記レーザダイオードモジュールの各々の光出力が１００ｍＷ以上である、レーザダイオードモジュールからなる光源である。この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第３の態様は、前記レーザダイオードモジュールのそれぞれに前記ヒートパイプが熱的に接続されている、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００１９】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第４の態様は、前記複数個のレーザダイオードモジュールが搭載される搭載部に前記ヒートパイプの吸熱部を収容する孔部が、前記レーザダイオードモジュールの長手方向に沿って設けられており、前記孔部に収容されたヒートパイプと前記レーザダイオードモジュールとが熱的に接続されている、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２０】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第５の態様は、前記レーザダイオードモジュールの底面部が湾曲面部を備えており、前記丸型ヒートパイプが前記湾曲面部に密接に接続している、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２１】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第６の態様は、前記搭載部の底面に、別の放熱フィンが設けられている、レーザダイオードモジュールからなる光源である。この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第７の態様は、前記光源が光伝送システムにおける光励起用光源である、レーザダイオードモジュールからなる光源である。

【００２２】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の第８の態様は、前記光源が光伝送システムにおける光信号用光源である、レーザダイオードモジュールからなる光源である。この発明のラマン増幅器は、第６の態様のレーザダイオードモジュールからなる光源を用いるラマン増幅器である。この発明のヒートパイプの第１の態様は、吸熱部および放熱部を有するヒートパイプの前記放熱部には放熱フィンが熱的に接続して設けられており、そして、前記放熱フィンを挟持し、且つ、前記ヒートパイプを強化するための強化部材を備えていることを特徴とするヒートパイプである。

【００２３】この発明のヒートパイプの第２の態様は、前記放熱フィンは、前記ヒートパイプの外周部を囲むように形成された筒状部を備えており、前記強化部材が、前記放熱フィンの前記筒状部を、前記強化部材と前記ヒートパイプとの間に挟持していることを特徴とするヒートパイプである。

【００２４】

【発明の実施の形態】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の態様について図面を参照しながら詳細に説明する。図１は、この発明の光源を構成する個々のレーザダイオードモジュールの一例の概要を示す図である。図１に示すように、レーザダイオードモジュール１０は、半導体レーザ１１、第１レンズ１２、第２レンズ１３、コア拡大ファイバ１４および気密ケース２０を備えている。半導体レーザ１１は、第１レンズ１２との間に所定の間隔をおいて、ベース２１上にチップキャリア２２を介して設けられている。ベース２１は、気密ケース２０内に設けた温度制御用のペルチェ素子２３の上方に配置されている。ベース２１は、主要部分が銅製で、第１レンズ１２を設置する部分がステンレス製の複

合材である。ベース部材２１は、チップキャリア２２を挟んで第１レンズ１２と対向する側にキャリア２４が固定され、キャリア２２の半導体レーザ１１と対向する位置にモニタ用のフォトダイオード２４ａが設けられている。

【００２５】第１レンズ１２は、レンズホルダ１２ａにコリメータレンズ１２ｂが保持されている。レンズホルダ１２ａは、ベース２１に溶接固定されている。コリメータレンズ１２ｂは、高結合効率を得るために非球面レンズが使用されている。第２レンズ１３は、レンズホルダ１３ａに上下部分を削り出した球レンズ１３ｂが保持されている。レンズホルダ１３ａは、光軸に垂直な面内で位置調整して気密ケース２０の後述する挿着円筒２０ａに固定されている。コア拡大ファイバ１４は、コアを拡大させた先端側が光軸に対して６° 傾斜させて斜めに研磨されるとともに研磨面に反射防止コーティングが施され、先端側が金属筒１５内に接着されて保護されている。金属筒１５は、調整部材１６の最適位置に溶接固定されている。金属筒１５は、調整部材１６内でコア拡大ファイバ１４の光軸方向に沿って前後方向にスライドさせたり、光軸廻りに回転させることにって調整部材１６の最適位置に調整される。

【００２６】図２は、この発明の、レーザダイオードモジュールからなる光源を示す図である。図２（ａ）は、レーザダイオードモジュールからなる光源の１つの態様の上面図である。図２（ｂ）は、レーザダイオードモジュールからなる光源の１つの態様の側面図である。図２（ｃ）は、図２（ａ）におけるＡ－Ａ'断面図である。図３は、レーザダイオードモジュールからなる光源の１つの態様の裏面図である。図３（ａ）は、光源の１つの態様の裏面図である。図３（ｂ）は、放熱フィンの側から見た光源の１つの態様の側面図である。図３（ｃ）は、搭載部の側から見た光源の１つの態様の側面図である。

【００２７】図２（ａ）に示すように、この態様においては、搭載部３０の上に、搭載部の短軸に並行に、６個のレーザダイオードモジュール１０が配置されている。隣接するレーザダイオードモジュール１０は、所定の距離だけ相互に離隔して、それぞれ、搭載部の長軸に平行な３個のレーザダイオードモジュールからなる、２組のレーザダイオードモジュール群を形成している。このようにレーザダイオードモジュール１０を配置することによって、密度の高いレーザダイオードモジュールの配置が可能になる。この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源は、上述したように、高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源である。好ましくは、レーザダイオードモジュールの各々の光出力が１００ｍＷ以上である。

【００２８】レーザダイオードモジュールの配置密度は、物理的に配置可能な限り密度を高めることができる。即ち、水平面だけでなく、垂直方向にも配置することが可能である。搭載部３０には、ヒートパイプ３１の吸熱部が配置され、ヒートパイプの放熱部には、放熱フィン３２が設けられている。ヒートパイプは、一般に、密封された空洞部を有するコンテナを備えており、空洞部に収容された作動液の相変態および移動によって熱の輸送が行われる。熱の一部は、ヒートパイプを構成するコンテナの材質中を直接伝わって運ばれるが、大部分の熱は、作動液による相変態と移動によって移動される。

【００２９】冷却部品が取り付けられるヒートパイプの吸熱側において、ヒートパイプを構成するコンテナの材質中を伝わってきた熱により、作動液が蒸発し、その蒸気がヒートパイプの放熱側に移動する。放熱側では、作動液の蒸気は冷却され再び液相状態に戻る。液相に戻った作動液は再び吸熱側に移動する。このような作動液の相変態や移動によって、熱の移動がなされる。ヒートパイプ３１は、丸型ヒートパイプからなっていてもよい。即ち、レーザダイオードモジュールの各々が、図１に示すように、レーザダイオードチップ１１および光学機器１２を搭載する金属基板２１、および、金属基板２１と熱的に接続されたペルチェ素子２３を備えており、ペルチェ素子２３には、更に、ヒートパイプ３１の吸熱部が熱的に接続されている。この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源においては、図２（ａ）に示すように、レーザダイオードモジュール１０のそれぞれにヒートパイプ３１が熱的に接続されている。

【００３０】図２（ｃ）は、上述したように図２（ａ）におけるＡ－Ａ'断面図である。図２（ｃ）に示すように、この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源においては、上述した複数個のレーザダイオードモジュール１０が搭載される搭載部３０にヒートパイプの吸熱部を収容する孔部３４が、レーザダイオードモジュールの長手方向に沿って設けられており、孔部３４に収容されたヒートパイプ３１とレーザダイオードモジュール１０とが熱的に接続されている。

【００３１】ヒートパイプが収容される孔部３４には、孔加工が施され、孔部の内面は、錫または金等のハンダとの濡れ性が良好な金属によってメッキ処理される。孔部３４に挿入されるヒートパイプの表面は、ハンダ接合に良好な上述したと同一の金属によって、予めメッキ処理が施こされる。このようにメッキ処理が施されたヒートパイプ３１を孔部３４に挿入して、ハンダ接合する。その結果、熱抵抗を増加させる空気層を完全に除去することができ、熱抵抗を小さくすることができる。なお、ヒートパイプと孔部との間に空気層がわずかでも残留すると、局部的に断熱層を形成し、熱抵抗が大きくなり、ヒートパイプの熱輸送性能が著しく低下する。

【００３２】更に、この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源において、レーザダイオードモジュールの底面部が湾曲面部を備えており、丸型ヒートパイプ

が前記湾曲面部に密接に接続している。図２（ｃ）に示すように、レーザダイオードモジュール１０の底部が搭載部３０の内部に入り込むように加工され、更に、底面部が湾曲面部を備えているので、レーザダイオードモジュール１０の底部が、搭載部３０に挿入されたヒートパイプ３１の表面に直接接触するような状態で密接に接続される。

【００３３】上述したように、レーザダイオードモジュールの実装にあたっては、ヒートパイプが埋め込まれた位置に最も近くなるように、レーザダイオードモジュールの中央部が位置するような構造が望ましい。その結果、レーザダイオードモジュールからの排熱を、高い効率でヒートパイプに熱移動することができる。

【００３４】図２（ｂ）は、上述したように、この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源の側面図である。図２（ｂ）に示すように、複数個のレーザダイオードモジュールが搭載される搭載部３０の裏面（即ち、底面）には、別の放熱フィン３３が設けられている。このように、搭載部の底面に別の放熱フィンを設けることによって、高い密度で配置されたレーザダイオードモジュールから発生する熱は、その主力がヒートパイプ３１によって、速やかに放熱側に移動され、放熱フィンによって大気中に放熱され、一部の熱は、搭載部の底面に配置された別の放熱フィン３３によって直接大気中に放熱される。従って、個々のレーザダイオードモジュールの光出力が更に高くなって、しかも、高光出力のレーザダイオードモジュールが高い密度で配置されていても、レーザダイオードモジュールの熱を効率的に放熱し、レーザダイオードモジュール内に配置されたペルチェ素子が破壊されることなく、レーザダイオードチップ１１の性能を劣化させることなく、所定の温度範囲内に維持することができ、光源の性能を維持することができる。

【００３５】図４は、上述したこの発明のレーザダイオードモジュールからなる光源における、放熱フィン３２が設けられているヒートパイプ３１の放熱部の拡大図である。図５は、ヒートパイプに放熱フィンを取りつける方法を示す図である。図５（ａ）に示すように、アルミニウム製板材３２を調製し、図５（ｂ）に示すように、プレスによるバーリング加工によって、筒状の孔部３６を成型する。このように成型した筒状の孔部３６にヒートパイプ３１を圧入し、筒状の孔部３６にかしめ加工を施す。更に、かしめ加工を施した筒状の孔部の上にリング状のパイプ強化部材（例えば、ＳＵＳリング）を嵌め込み、それを更にかしめる。図４に示すように、各ヒートパイプには、図５を参照して述べたように、放熱フィンおよびリング状のパイプ強化部材が設けられ、ヒートパイプの破壊強度が各段に向上する。

【００３６】リング状のパイプ強化部材は、破壊強度に優れた材料で構成されたリングであり、例えば、鉄系材料、繊維強化プラスチック等がある。従来のバーリング加工のみでかしめている場合には、差込フィン自体が薄板であるために、かしめ状態のバラツキが大きく、かしめ状態がいい場合とそうでない場合とが生じていたが、上述したこの発明の破壊強度に優れた材料によって形成されたリングを取りつけて、再度かしめることによって、押さえつける面圧力が均一となり、熱抵抗が安定し、且つ、熱抵抗を大幅に低減することができる。更に、作動液の凍結膨張による破壊を防止することができる。なお、０℃以下の温度が予期される場合の保管に際しては、図６（ｂ）に示す状態、即ち、ヒートパイプが水平に位置するような状態を維持することによって、一層破壊防止が確実になる。

【００３７】搭載部の材質は、アルミニウムが好ましい。ヒートパイプは、銅製の丸型ヒートパイプが好ましく、作動液として、水を使用することができる。ヒートパイプ内には、作動液の還流を容易にするために、ウイックを配置してもよい。丸型ヒートパイプの形状は、円形、楕円形、偏平形等であってもよい。この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源は、光伝送システムにおける光励起用光源として使用される。更に、この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源は、光伝送システムにおける光信号用光源として使用される。更に、この発明のラマン増幅器は、この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源を用いるラマン増幅器である。更に、この発明のヒートパイプは、その放熱部に放熱フィンが熱的に接続して設けられており、そして、放熱フィンを挟持し、且つ、ヒートパイプを強化するための強化部材を備えている。即ち、図５（ｃ）、および、５（ｄ）に示すように、放熱フィン３２は、ヒートパイプ３１の外周部を囲むように形成された筒状部３６を備えており、強化部材３５が、放熱フィン３２の筒状部３６を、強化部材３５とヒートパイプ３１との間に挟持している。なお、上述した筒状部は円筒状に限らず、ヒートパイプの形状に応じて適宜選択することができる。

【００３８】従って、この発明のヒートパイプによると、強化部材を備えることによって、上述したように、ヒートパイプの破壊強度が各段に向上し、更に、放熱フィンとヒートパイプとの間の優れた熱的接続および機械的接続を可能にすることができる。

【００３９】

【実施例】この発明のレーザダイオードモジュールからなる光源を実施例によって、説明する。アルミニウム製の縦１３０ｍｍ×横１９０ｍｍ×高さ２０ｍｍの搭載部を調製した。搭載部の横方向に沿って、搭載部の高さ方向の中心部に２８ｍｍ間隔でヒートパイプが収容される孔部を形成した。孔部の内表面には、錫によってメッキ処理が施された。孔部３４に挿入されるヒートパイプの表面は、ハンダ接合に良好な上述したと同一の金属によって、予めメッキ処理が施こされる。外形６．３５ｍｍ

の銅製の丸型ヒートパイプを調製し、孔部に挿入されるヒートパイプの表面は、錫によってメッキ処理が施された。次いで、ヒートパイプの吸熱部を孔部に挿入して、ヒートパイプと搭載部とをハンダ接合した。なお、搭載部の上面の、レーザダイオードモジュールが配置される部分には、レーザダイオードモジュールの底部が収容される凹部が形成された。レーザダイオードモジュールの底部には、湾曲面が形成され、図2（ｃ）に示したように、レーザダイオードモジュールの底部は、伝熱グリスを介して、ヒートパイプの外表面と直接的に密着された。

【００４０】このようにレーザダイオードモジュールが配置された搭載部から、搭載部の横方向に並行に延伸した丸型ヒートパイプには、図２（ａ）に示すような、縦１８０ｍｍ×横４０ｍｍ×厚さ０．３ｍｍの板型放熱フィンが取りつけられた。更に、図4および図5に示すように、ステンレス製のリングを取りつけた。更に、搭載部のレーザダイオードモジュールとは反対側（即ち、底面側）には、高さ１１ｍｍ、ピッチ３ｍｍのコルゲートフィンがブレージング処理（ロウ付け処理）で金属接合された。

【００４１】なお、搭載部の上に、図２（ａ）に示すような配置で６個のレーザダイオードモジュールが配置された。個々のレーザダイオードモジュールの光出力は１００ｍＷであった。ヒートパイプ内には、作動液として水が封入され、ワイヤ状のウイックが配置されている。このようにして作製されたこの発明のレーザダイオードモジュールからなる光源を作動させたところ、２００ｍＷ以上の高い光出力を得ることができ、レーザダイオードモジュールを２４．９～２５．１℃の範囲内の温度に維持することができた。

【００４２】上述したように、丸型ヒートパイプが直接レーザダイオードモジュールの底部に接触するように、丸型ヒートパイプと搭載部が金属接合されているので、高い放熱特性が得られる。従って、コンパクトで、且つ、高い光出力が保持された光励起用光源または光信号光源が低消費電力のままで可能になる。なお、－５０℃の温度下に１万時間保管状態においたところ、ヒートパイプの破壊は生じなかった。

【００４３】比較例

比較のために、実施例と同一の搭載部を調製し、実施例と同一のレーザダイオードモジュールを配置して、レーザダイオードモジュールからなる光源を作動させたところ、冷却効率を高めるためには、個々のレーザダイオードモジュールの性能を十分発揮することができなかった。従って、実施例と同一の搭載部には、３個のレーザダイオードモジュールしか配置することができなかった。上述したように、放熱特性を飛躍的に向上させた上で、ヒートパイプ適用上の従来の懸念であった、低熱抵抗の状態での安全性と、低温での凍結膨張破壊の危険性を払拭することを合わせもつことが可能となった。その結果、数百ｍＷ以上の高出力ＬＤＭを用いた光出力光源の性能を大幅に向上させることができる。

【００４４】

【発明の効果】差込フィン側には、バーリングかしめ部に破壊強度に優れた材料で形成されたリングでかしめることによって、熱抵抗を安定させ、且つ、大幅に低減させることができ、あわせて、０℃以下のヒートパイプ凍結膨張破壊の危険性も払拭させることが可能になった。従って、この発明によると、高い密度で配置された、高光出力の複数個のレーザダイオードモジュールからなる光源を提供することができ、コンパクトで、且つ、高い光出力が保持された光励起用光源または光信号光源を低消費電力のままで提供することができ、産業上利用価値が高い。

【図面の簡単な説明】

【図１】図１は、この発明の光源を構成するレーザダイオードモジュールの一例の概要を示す図である。

【図２】図２は、この発明の、レーザダイオードモジュールからなる光源の１つの態様を示す図である。

【図３】図３は、レーザダイオードモジュールからなる光源の１つの態様の裏面図である。

【図４】図４は、この発明の、放熱フィン３２が設けられているヒートパイプ３１の放熱部の拡大図である。

【図５】図５は、ヒートパイプに放熱フィンを取りつける方法を示す図である。

【図６】図６は、ヒートパイプの作動液の凍結状況を示す図である。

【図７】図７は、従来のレーザダイオードモジュールを示す概略図である。

【図８】図８は、図７におけるレーザダイオードモジュールのＡ－Ａ'断面図である。

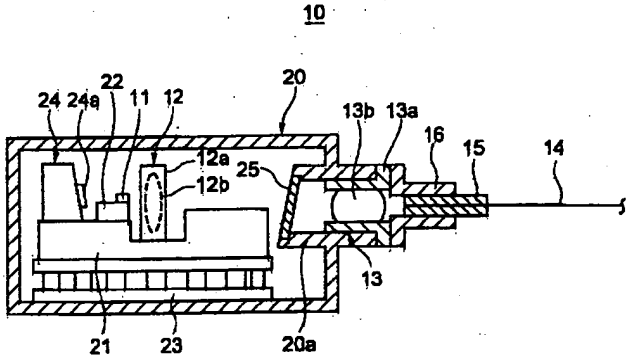
【図９】図９は、従来の２種類の金属材料からなる金属基板を備えた半導体レーザモジュールを示す概略図である。

【符号の説明】

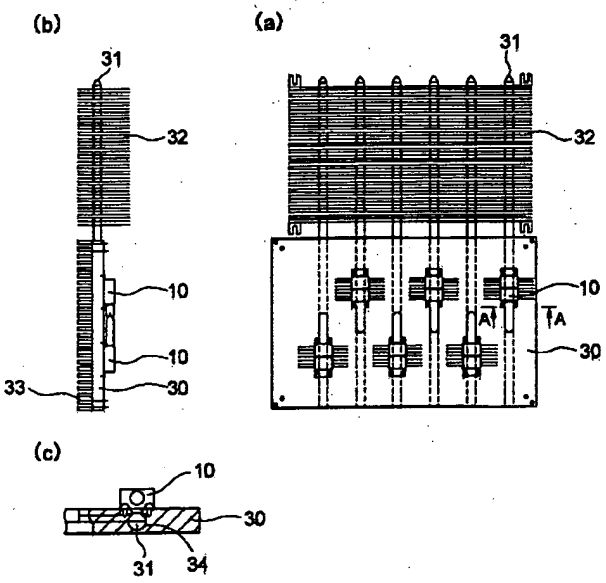
１０．レーザダイオードモジュール
１１．半導体レーザ
１２．第１レンズ
１３．第２レンズ
１４．コア拡大ファイバ
１５．金属筒
１．調整部材
２０．気密ケース
２１．ベース
２２．チップキャリア
２３．ペルチェ素子
２４．キャリア
３０．搭載部
３１．ヒートパイプ

３２．放熱フィン
３３．別の放熱フィン
３４．孔部の内表面
３５．リング状のパイプ強化部材
３６．筒状の孔部

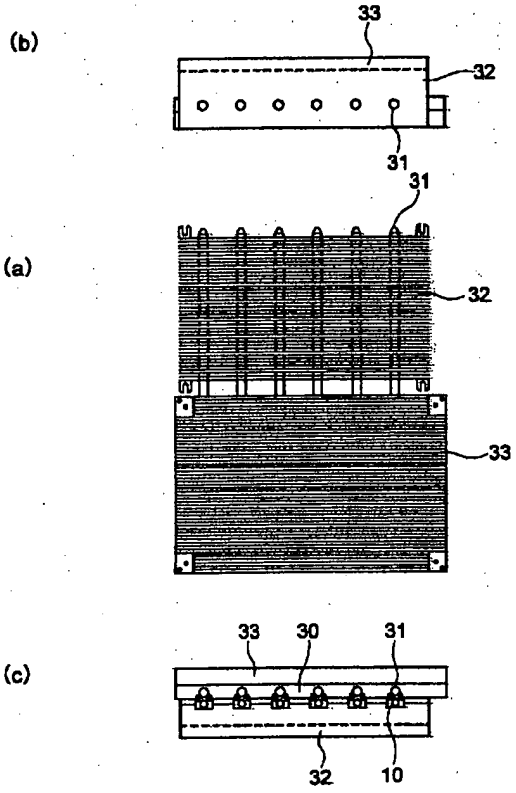
【図１】



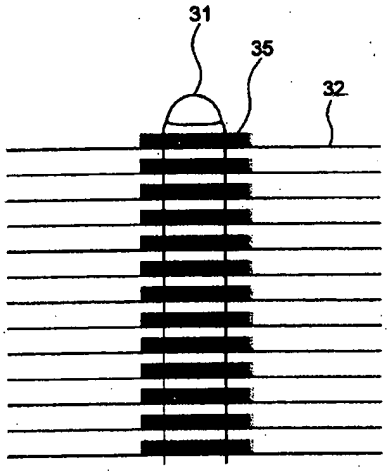
【図２】



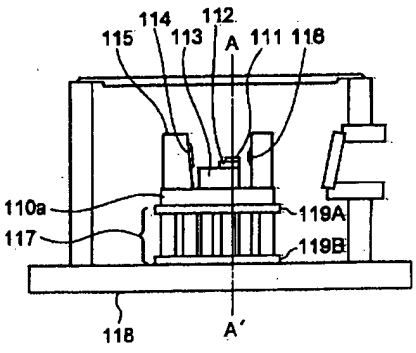
【図３】



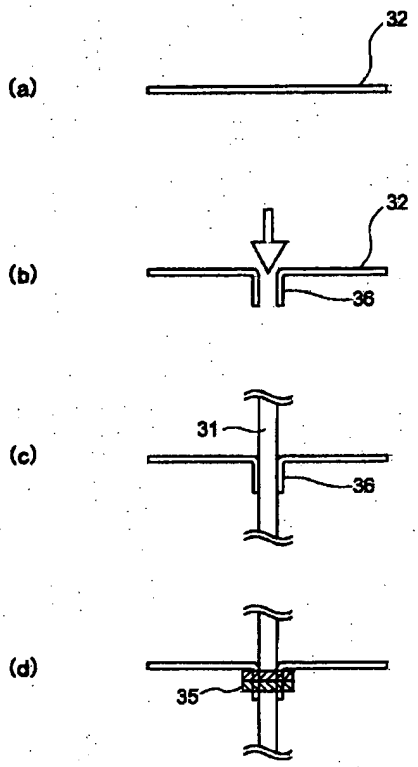
【図４】



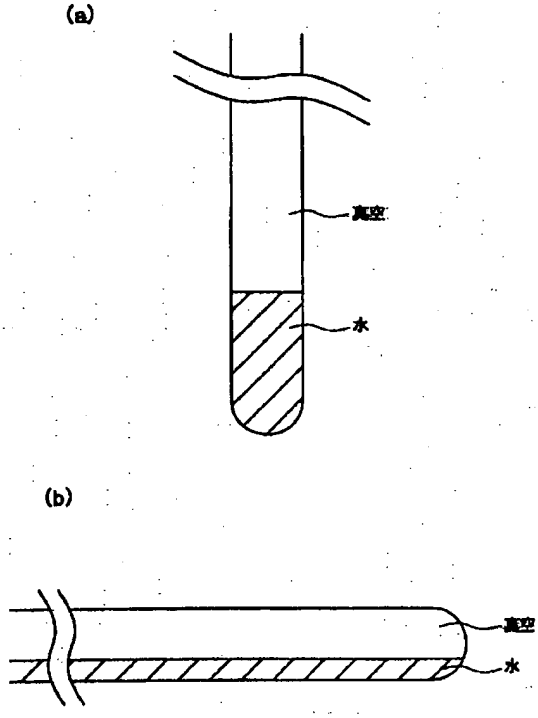
【図７】



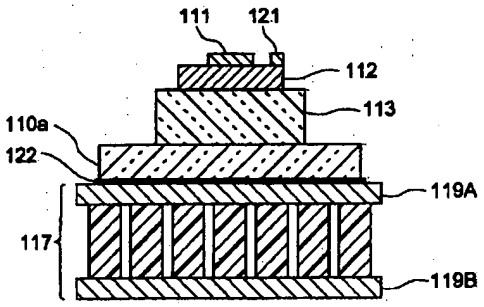
【図5】


(a)
32
(b)
32
36
(c)
31
36
(d)
35

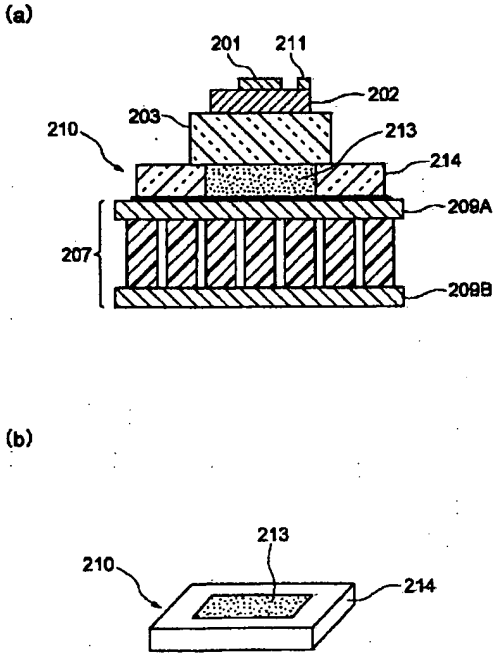
【図6】


(a)
真空
水
(b)
真空
水

【図8】


111
121
112
113
110a
122
119A
117
119B

【図9】


(a)
201
211
202
203
213
210
214
209A
207
209B
(b)
213
210
214